

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Dezember 2003 (18.12.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/105332 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02P 6/18, 8/32

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EPO3/06019

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LARSSON, Lars
[DE/DE]; Isekai 1, 20249 Hamburg (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. Juni 2003 (07.06.2003)

(74) Anwalt: HEUN, Thomas; Rathausmarkt 5, 20095 Hamburg (DE).

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

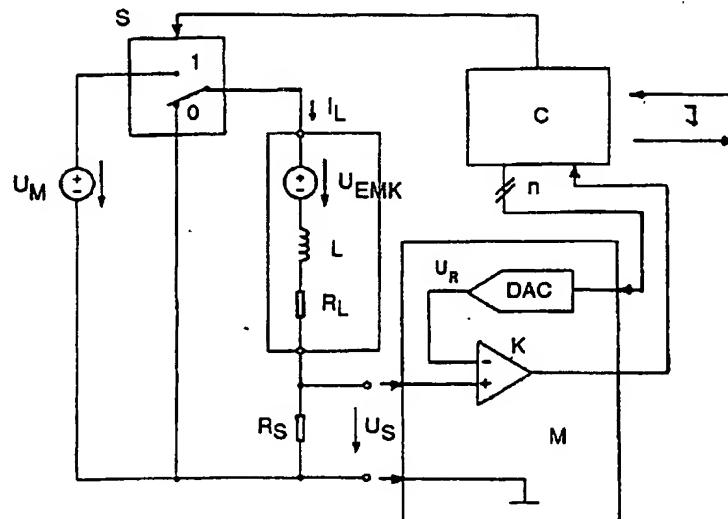
(30) Angaben zur Priorität:

102 25 610.1 7. Juni 2002 (07.06.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT ARRANGEMENT FOR OPERATING STEPPER MOTORS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM BETREIBEN VON SCHRITTMOTOREN



EV420482631US
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER IS BEING DEPOSITED WITH THE
UNITED STATES POSTAL SERVICE - EXPRESS MAIL POST OFFICE TO
ADDRESSEES UNDER 37 CFR, 1.10 IN AN ENVELOPE ADDRESSED
TO: THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA
22313-1450. ON THIS DATE, THE COMMISSIONER IS HEREBY AUTHORIZED
TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO DEPOSIT
ACCOUNT 16-0577
12/11/04
Signature
Date

WO 03/105332 A1

(57) Abstract: The invention relates to a method and a circuit arrangement for operating stepper motors or other appropriately dimensioned synchronous motors. According to said method, it is possible to switch between a first operating mode for normal motor operation and a second operating mode for identifying an operating mode of the motor, such as for example its load. The method and the circuit arrangement are provided in particular for determining a reference position of the motor without the need for a sensor, by running said motor against a mechanical stop, whereby the mechanical increase in load thus induced is recorded as a modified operating mode.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Schrittmotoren oder anderen geeignet dimensionierten Synchronmotoren beschrieben, bei dem / der zwischen einer ersten Betriebsart für normalen Motorbetrieb und einer zweiten Betriebsart zur Erkennung eines Betriebszustandes des Motors, wie zum Beispiel dessen Last, umgeschaltet werden kann. Das Verfahren und die Schaltungsanordnung sind insbesondere zur sensorlosen Bestimmung einer Referenzposition des Motors durch Fahren gegen einen mechanischen Anschlag vorgesehen, wobei die dadurch verursachte mechanische Lasterhöhung als veränderter Betriebszustand erfasst wird.

10 27 DEC 2004

10/517174

Verfahren und Schaltungsanordnung zum Betreiben von Schrittmotoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Schrittmotoren oder anderen geeignet dimensionierten Synchronmotoren.

5

Schrittmotoren lassen sich bekanntlich präzise gesteuert bewegen und gesteuert positionieren. Die Drehstellung eines magnetischen Rotors folgt dabei einem magnetischen Feld, das durch phasenverschobene Bestromung einer Mehrzahl von Spulen erzeugt wird, die um den Rotor angeordnet sind. Wenn ein Schrittmotor nicht nur zur relativen, sondern auch zur absoluten Positionierung eines Gegenstandes dienen soll, so ist zunächst eine Referenzposition zu bestimmen, auf die die absolute Position bezogen werden kann. Eine gesteuerte absolute Positionierung ist dann solange möglich, wie die Steuerung des Schrittmotors unter Berücksichtigung seiner charakteristischen Bewegungsparameter wie Drehwinkel, Geschwindigkeit und Beschleunigung erfolgt.

10

15

Zur Bestimmung einer Referenzposition sind im wesentlichen zwei Alternativen bekannt. Dies sind zum einen die mechanische Referenzfahrt, bei der der Motor gegen eine mechanische, als Referenzposition dienende Begrenzung oder einen Anschlag gefahren wird, und zum anderen die elektrische Referenzfahrt, bei der ein Sensor (zum Beispiel ein elektromechanischer Schalter oder eine Lichtschranke) beim Erreichen einer Referenzposition ein entsprechendes Signal erzeugt.

20

25

Beide Alternativen haben Vor- und Nachteile. Während bei der mechanischen Referenzfahrt mit Geräuschentwicklung und einem erhöhten Verschleiß durch die mechanische Belastung zu rechnen ist, ist die Realisierung der elektrischen Referenzfahrt aufgrund der Sensoren mit höheren Kosten, einem erhöhten konstruktiven Aufwand für die Integration der Sensoren in ein mechatronisches System sowie mit zusätzlichem Verkabelungsaufwand verbunden, wobei insbesondere unter rauen

30 Umgebungsbedingungen auch die Zuverlässigkeit der Sensoren selbst ein Problem darstellen kann.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass durch bestimmte Betriebszustände wie plötzlich auftretende Lastwechsel durch Hindernisse o. ä. im laufenden Betrieb eines Schrittmotors Schrittverluste auftreten können oder der Schrittmotor sogar stehen bleibt, so dass eine erneute Referenzfahrt notwendig wird. Es gibt jedoch Anwen-

dungen, bei denen eine Referenzfahrt im laufenden Betrieb nicht möglich ist, so dass neben der einmaligen Bestimmung der Referenzposition auch eine Überwachung des Betriebszustandes des Schrittmotors im laufenden Betrieb - insbesondere jedoch ohne zusätzliche Sensoren - wünschenswert ist.

5

Aus der EP 0 182 490 ist ein Verfahren zur Ansteuerung einer Drehdetektor-Schaltungsanordnung bekannt, mit der festgestellt wird, ob ein Treiberimpuls, der in einen Schrittmotor eingespeist wird, bewirkt, dass der Rotor in der richtigen Richtung rotiert. Die Drehdetektion erfolgt im wesentlichen dadurch, dass ein Element 10 hoher bzw. niedriger Impedanz bei Betätigung einer ersten bzw. zweiten Schalteinrichtung elektrisch mit einer Wicklung des Motors verbunden wird und dass erste, zweite und dritte Signale in die erste und zweite Schalteinrichtung eingespeist werden, um das Element niedriger Impedanz von der Wicklung zu trennen, während 15 das Element hoher Impedanz zum Zeitpunkt der Drehdetektion mit der Wicklung verbunden wird.

Aus der EP 1 017 159 ist ein Verfahren zur Regelung eines spannungs-/frequenzumrichtergesteuerten Ein- oder Mehrphasen-Elektromotors bekannt, mit dem eine Phasenverschiebung zwischen einer EMF-Spannung und einer BEMF-Spannung anhand der Abweichung zwischen dem Nulldurchgang des Phasenstroms und der durch Eigeninduktion erzeugten Spannung ermittelt und die Frequenz des Umrichters entsprechend nachgeregelt wird. Die Messung der Eigeninduktion erfolgt dabei im Nulldurchgang des Stromverlaufes der zugehörigen Phase, wobei während der Messung die Phase vom Versorgungsnetz getrennt wird.

25

Der Erfindung liegt demgegenüber die allgemeine Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Schrittmotors (oder eines anderen geeignet dimensionierten Synchronmotors) zu schaffen, mit dem / der in einfacher Weise ein Betriebszustand des Motors überwacht werden kann.

30

Insbesondere soll mit der Erfindung ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Schrittmotors (oder eines anderen geeignet dimensionierten Synchronmotors) geschaffen werden, mit dem / der in einfacher Weise eine Lasterkennung und damit auch eine Ermittlung einer Referenzposition des Motors möglich ist.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß Anspruch 1 mit einem Verfahren zum Betreiben eines Schrittmotors in einer ersten Betriebsart für einen normalen Motorbetrieb, in dem ein Wechselstrom in mindestens eine der Spulen des Schrittmotors eingeprägt wird, sowie in einer zweiten Betriebsart zur Erfassung eines Betriebs- bzw. Lastzustandes des Motors anhand der Höhe eines in der kurzgeschlossenen Spule fließenden Messstroms, der im wesentlichen durch eine durch einen Rotor des Motors in der Spule gegeninduzierte Spannung erzeugt wird, wobei die zweite Betriebsart für die Spule innerhalb eines Zeitfensters der ersten Betriebsart aktiviert wird, wenn sich der in die betreffende Spule eingeprägte Wechselstrom an einen Nulldurchgang 5 annähert.

Die Aufgabe wird ferner gemäß Anspruch 6 mit einer Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Schrittmotors, insbesondere nach einem erfindungsgemäßen Verfahren, gelöst, die eine Einrichtung aufweist, die zur Erfassung eines Betriebs- bzw. 15 Lastzustandes des Motors anhand der Höhe eines in einer kurzgeschlossenen Spule fließenden Messstroms vorgesehen ist, der im wesentlichen durch eine durch einen Rotor des Motors in der Spule gegeninduzierte Spannung erzeugt wird, wenn sich der in die betreffende Spule eingeprägte Wechselstrom an einen Nulldurchgang annähert.

Ein allgemeiner Vorteil dieser Lösungen besteht darin, dass keine Sensoren erforderlich sind und eine relativ einfache und kostengünstige Realisierung möglich ist, insbesondere wenn der Motor durch Pulsweitenmodulation (PWM) einer Spannung angesteuert wird, die einen entsprechenden Strom in die Motorspulen (Spulenstrom) 25 einprägt, da die zur Auswertung des Messstroms (Kurzschlussstrom) erforderlichen Komponenten in einer PWM-Schaltung bereits weitgehend vorhanden sind.

Ein weiterer Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass der Beginn des Messstroms (Stromzipfels) aufgrund der Regelung des Spulenstroms (Zielstrom) durch die 30 PWM-Spannung sehr gut reproduzierbar und weitgehend unabhängig von der Höhe dieser Spannung ist. Dadurch ergibt sich eine zumindest weitergehende Unabhängigkeit von Bauteiletoleranzen.

Ferner hat sich gezeigt, dass ein zumindest weitgehend linearer Zusammenhang 35 zwischen der Höhe des Messstroms und der durch eine mechanische Last entzogenen Leistung besteht. Dies bedeutet insbesondere, dass der Messstrom um so

kleiner wird, je höher die mechanische Last an dem Motor ist.

Hintergrund ist die Tatsache, dass mit steigender Motorlast und damit steigendem
5 Lastwinkel (Winkel zwischen dem Rotor und der Hauptrichtung des von den Spulen
erzeugten magnetischen Feldes) die Phasenverschiebung zwischen dem in die Spule
eingeprägten Spulenstrom und der durch den Rotor gegeninduzierten Spannung
kleiner wird (und bei stehendem Motor Null ist).

Da die mechanische Leistung des Motors bei konstanter Geschwindigkeit proportional
10 zu der Motorkraft bzw. dem Motordrehmoment ist, stellt die Höhe des Mess-
stroms (Stromzipfel) bei konstanter Geschwindigkeit direkt die Höhe des Drehmo-
mentes der Motorlast und zusammen mit der Drehmomentcharakteristik des betref-
fenden Motors indirekt den Lastwinkel dar.

15 Insbesondere kann durch Fahren des Motors gegen einen mechanischen Anschlag
und den dadurch veränderten Betriebs- bzw. Lastzustand auch eine Referenzpositi-
on des Motors sensorlos erkannt werden. Die mit einer üblichen sensorlosen Be-
stimmung einer Referenzposition verbundenen Nachteile wie mechanischer Ver-
schleiß und Geräuschentwicklung treten dabei nicht oder in nur wesentlich gerin-
gerem Maße in Erscheinung.
20

Ein Vorteil der oben erläuterten nahezu direkten Last- bzw. Drehmomentmessung
besteht bei der (mechanischen) Referenzfahrt darin, dass diese weitgehend unab-
hängig von dem Elastizitätsmodul des mechanischen Anschlags ist.

25 25
Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der
folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform anhand der Zeichnun-
30 gen. Es zeigt:

- Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer ersten erfindungsgemäßen Schaltungsanord-
nung;
- Fig. 2 ein erstes Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe im Bereich
35 eines Nulldurchgangs des Spulenstroms;
- Fig. 3 ein zweites Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe im Bereich

- eines Nulldurchgangs des Spulenstroms;
- Fig. 4 ein drittes Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe im Bereich eines Nulldurchgangs des Spulenstroms; und
- Fig. 5 5 ein Prinzipschaltbild einer zweiten erfundungsgemäßen Schaltungsanordnung.

Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild einer Schaltungsanordnung, die mit einem Schalter S zwischen einer ersten Betriebsart für einen normalen Motorbetrieb (Schalterstellung 1) und einer zweiten Betriebsart zur Erfassung eines Betriebszustandes und insbesondere einer Referenzposition des Motors (Schalterstellung 0) umgeschaltet werden kann, die durch Messung einer mechanischen Lastveränderung beim Fahren des Schrittmotors gegen einen mechanischen Anschlag ermittelt wird.

Der Schrittmotor selbst ist nur in Form einer seiner Spulen L mit einem seriellen Innenwiderstand R_L dargestellt, wobei eine Mehrzahl dieser Spulen in bekannter Weise kreisförmig um einen magnetischen Rotor angeordnet ist. Alternativ dazu kann es sich jedoch auch um einen Linear-Schrittmotor handeln.

Parallel zu der Spule L (oder einander zugeordneten Spulengruppen) ist jeweils eine Spannungsquelle zur Erzeugung einer Versorgungsspannung U_M (PWM-Spannung) geschaltet, mit der in der ersten Betriebsart ein bestimmter Zielstrom (Spulenstrom) I_L in die betreffende(n) Spule(n) L eingeprägt wird. In Serie zu jeder Spule L liegt ferner ein Messwiderstand R_S , an dem eine Messspannung U_S in Abhängigkeit von einem tatsächlich durch die Spule L fließenden (Mess-) Strom abfällt.

Im Idealfall arbeitet ein solcher Schrittmotortreiber bei hinreichend hoher Versorgungsspannung als quasi ideale Stromquelle, sofern der Stromabbau nicht nur passiv ("Slow Decay"), sondern aktiv ("Fast Decay") stattfindet.

Die Schaltungsanordnung umfasst weiterhin eine Messschaltung M, an deren Eingang die Messspannung U_S anliegt und die einen Komparator K zum Vergleichen der Messspannung U_S mit einer Vergleichsspannung U_R aufweist, sowie einen Digital/Analogwandler DAC zum Erzeugen der Vergleichsspannung aus einem der Messschaltung M zugeführten digitalen Signal. Die Vergleichsspannung U_R kann auch in anderer Weise oder in analoger Form zugeführt werden.

Weiterhin ist eine Steuerschaltung C vorgesehen, die das digitale Signal für den Digital/Analogwandler DAC erzeugt und der das Ausgangssignal des Komparators K zugeführt wird. Die Steuerschaltung C kann über ein Interface I angesteuert werden, um in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Komparators K den Schalter S 5 zwischen seinen beiden Schalterstellungen 0 und 1 umzuschalten beziehungsweise dieses Ausgangssignal einer weiteren Verarbeitung zur Verfügung zu stellen.

Die Messschaltung M sowie die Steuerschaltung C sind im Falle eines durch Pulsweitenmodulation (PWM) gesteuerten Spulenstroms I_L im allgemeinen bereits vorhanden, so dass sich die erfundungsgemäße Schaltungsanordnung kostengünstig und mit relativ geringem Zusatzaufwand realisieren lässt. 10

Im normalen Motorbetrieb (erste Betriebsart) werden in der Schalterstellung 1 die Spulen L phasenverschoben mit Wechselströmen so gespeist, dass in bekannter 15 Weise ein fortschreitendes Magnetfeld entsteht, dem der magnetische Rotor schrittweise oder quasi-kontinuierlich in Mikroschritten folgt.

Um einen definierten Zielstrom I_L in die Spule L einzuprägen (Spulenstrom), kann die an dem Messwiderstand R_S abfallende Messspannung U_S ausgewertet und in bekannter Weise zur Steuerung bzw. Regelung der die Versorgungsspannung U_M erzeugenden Spannungsquelle verwendet werden. 20

Durch die Bewegung des Rotors und die dadurch verursachte magnetische Flussänderung wird in der Spule L eine elektrische Spannung U_{EMK} (gegen-) induziert, die der Versorgungsspannung U_M entgegenwirkt und hinsichtlich ihres Verlaufes im wesentlichen von der Geschwindigkeit des Rotors und dessen momentaner Position relativ zu der Spule abhängig ist. Im Schaltbild der Figur 1 ist diese Spannung durch eine in Serie zu der Spule L geschaltete Spannungsquelle dargestellt, die die Spannung U_{EMK} erzeugt. 25

Ohne mechanische Last (das heißt bei einem Lastwinkel von im wesentlichen 0° und einem idealisierten Innenwiderstand R_L der Spule von 0 Ohm) ist die Spannung U_L über den Klemmen der Spule L gegenüber dem eingeprägten Spulenstrom I_L um 90° phasenverschoben (d. h. bei einer Wirkleistung von Null). Die über eine Periode 30 gemittelte elektrische Leistung ist dann gleich Null. Mit steigendem Lastwinkel vermindert sich diese Phasenverschiebung zwischen der Spannung U_L und dem Spu- 35

lenstrom I_L . Bei maximalem Lastwinkel (das heißt kurz vor einem Schrittverlust) ist die Phasenverschiebung schließlich im wesentlichen Null und die Leistung ist maximal.

- 5 Bei einem mechanisch unbelasteten Schrittmotor, der mit sinus- und cosinusförmigen Spulenströmen I_L konstanter Frequenz gespeist wird, sind die gegeninduzierten Spannungen U_{EMK} im Idealfall ebenfalls sinus- und cosinusförmig und gegenüber den Spulenströmen I_L in den betreffenden Spulen L um 90° in der Phase verschoben. Phasenverschiebungen konstanter Art und andere Verläufe der Spannungen
10 U_{EMK} können jedoch durch die Bauart des Motors und insbesondere die geometrische Form des Rotors und des Stators sowie deren Magnetisierung verursacht werden.

Weiterhin treten insbesondere bei einer mechanischen Belastung des Motors verminderte Phasenverschiebungen zwischen der Spannung U_{EMK} und dem Spulenstrom I_L durch einen von Null verschiedenen Lastwinkel (Winkel zwischen dem Rotor und der Hauptrichtung des magnetischen Feldes) auf.
15

Wenn der Schrittmotor über eine Grenze hinaus mechanisch belastet wird, so kann er darüberhinaus um ein oder mehrere ganzzahlige Vielfache der Stromperiode (vier Vollschritte bei einem 2-Phasen-Schrittmotor) springen und auf diese Weise Schritte verlieren. Dabei tritt zwischen dem Spulenstrom I_L und der gegeninduzierten Spannung U_{EMK} ebenfalls eine Phasenverschiebung auf, wobei sich auch der Verlauf der Spannung U_{EMK} aufgrund der Sprünge erheblich verändern kann. Die Phase der gegeninduzierten Spannung U_{EMK} repräsentiert somit im wesentlichen die Rotorposition.
20
25

Der zeitliche Verlauf des Zielstroms I_L durch die Spulen L ist nicht zwingend sinus- und cosinusförmig. In Abhängigkeit von dem Typ des Schrittmotors kann mit trapez- oder dreieckförmigen Bestromungsmustern oder Mischformen davon ein besseres Laufverhalten erzielt werden.
30

In einer zweiten Betriebsart eignet sich die gegeninduzierte Spannung U_{EMK} grundsätzlich jedoch trotzdem zur Bestimmung der oben erläuterten Bewegungs- und Lastzustände des Schrittmotors, d. h. seines Betriebszustandes, und damit auch zur Detektion eines mechanischen Anschlages zum Beispiel an einer Referenzposi-
35

tion, da die Höhe der Spannung U_{EMK} und die Phasenlage zum Spulenstrom I_L neben der Geschwindigkeit des Rotors insbesondere von dem Lastwinkel des Rotors und damit dem Lastzustand des Motors abhängig ist.

- 5 Im einzelnen ist die Amplitude der gegeninduzierten Spannung U_{EMK} proportional zu der Geschwindigkeit des Rotors. Die Phase dieser Spannung U_{EMK} relativ zu dem eingeprägten Spulenstrom I_L wird im wesentlichen durch die mechanische Last bestimmt. Bei einer maximal möglichen Last vermindert sich diese Phasenverschiebung im wesentlichen auf den Wert 0. Dies wird aus den Figuren 2 bis 4 deutlich
10 und wird später noch genauer erläutert.

Die Spannung U_{EMK} könnte bei einer nicht bestromten Spule L direkt über den Klemmen der Spule gemessen werden. Da jedoch eine solche Spule L keinen Beitrag zum Drehmoment des Motors leistet, ist diese Art der Erfassung nicht wünschenswert. Auch ein schneller Wechsel zwischen bestromtem und nicht bestromtem Zustand ist aufgrund der dabei auftretenden, relativ hohen Induktionsspannungen nicht wünschenswert.
15

Erfindungsgemäß wird deshalb die gegeninduzierte Spannung U_{EMK} in der zweiten Betriebsart durch Trennen der Spule von der Versorgungsspannung U_M und Kurzschließen der Spule ermittelt, und zwar jeweils periodisch innerhalb von solchen Zeitfenstern, in denen der in die betreffende Spule L eingeprägte Strom I_L relativ gering ist, das heißt kurz vor und nach dem Polaritätswechsel dieses Stroms bzw. der diesen einprägenden Versorgungsspannung U_M .
25

Zu diesem Zweck wird der Schalters S in die Schalterstellung 0 umgeschaltet.

Der Beginn der Zeitfenster braucht dabei nicht durch Überwachung der Messspannung U_S und Vergleich mit einer Vergleichsspannung bestimmt zu werden. Vielmehr ist der Beginn und die Länge der Zeitfenster durch den bekannten bzw. festgelegten Verlauf der Versorgungsspannung U_M bzw. den Verlauf des in die betreffende Spule eingeprägten Stroms I_L gegeben, so dass die Steuerschaltung C zum Umschalten des Schalters S direkt über das Interface I entsprechend angesteuert werden kann.
35

Die gegeninduzierte Spannung U_{EMK} treibt in dem dadurch kurzgeschlossenen Spu-

lenkreis nun einen Messstrom $I_{S,EMK}$ (Stromzipfel), der an dem Messwiderstand R_S einen entsprechenden Spannungsabfall $U_{S,EMK}$ erzeugt.

- 5 Diese Spannung $U_{S,EMK}$ wird wiederum mit der Messschaltung M ausgewertet, um den Betriebszustand des Motors zu ermitteln und festzustellen, ob der Motor unter einer mehr oder weniger hohen mechanischen Last oder sogar gegen einen mechanischen Anschlag läuft, um ihn gegebenfalls zur Vermeidung eines Verschleißes sofort abzuschalten.
- 10 Dazu wird die Spannung $U_{S,EMK}$ in dem Komparator K mit verschiedenen Schwellwerten U_{SO} , U_{SU} verglichen, die in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit des Motors festgelegt und als digitale Werte über das Interface I und die Steuerschaltung C dem Digital/Analogwandler DAC (oder auch analog) zugeführt werden.
- 15 Diese Auswertung soll anhand der Diagramme der Figuren 2 bis 4 erläutert werden. Dabei bezeichnet die vertikale Achse die Höhe des Stroms bzw. der Spannung, während auf der horizontalen Achse die Periodendauer aufgetragen ist.
- Der in der Umgebung des Zeitfensters Z ($U_M = 0$) durch die Spule L fließende Spulenstrom I_L ist jeweils mit einer durchgezogenen Linie dargestellt. Dieser Spulenstrom I_L ist innerhalb des Zeitfensters Z, in dem der Spulenkreis durch Umschalten des Schalters S in die Schalterstellung 0 kurzgeschlossen ist, Null. Stattdessen fließt innerhalb des Zeitfensters Z im wesentlichen ein durch die gegeninduzierte Spannung U_{EMK} hervorgerufener Messstrom $I_{S,EMK}$ (gestrichelt dargestellt, Stromzipfel),
- 20 durch den an dem Messwiderstand R_S eine Messspannung $U_{S,EMK}$ abfällt.
- 25 Weiterhin ist in diese Diagramme mit einer gestrichelten Linie auch der Verlauf der gegeninduzierten Spannung U_{EMK} eingetragen.
- 30 Figur 2 zeigt die Verläufe dieser Ströme und Spannungen für einen im wesentlichen unbelasteten Zustand, das heißt bei einem minimalen Lastwinkel, während in Figur 3 die Verläufe bei einer mittleren Last und einem mittleren Lastwinkel dargestellt sind. Figur 4 zeigt schließlich die Verläufe der Ströme und Spannungen bei einer maximalen Last und einem maximalen Lastwinkel.
- 35 Wie bereits erläutert wurde, vermindert sich mit zunehmender Last die Phasenver-

schiebung zwischen dem Spulenstrom I_L bzw. - während der zweiten Betriebsart - zwischen dem Messstrom $I_{S,EMK}$ durch die Spule L und der gegeninduzierten Spannung U_{EMK} .

- 5 Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass sich, wie allgemein bekannt, die gegeninduzierte Spannung U_{EMK} hinsichtlich ihrer Polarität gegenphasig zu der Versorgungsspannung U_M verhält.

10 Die Höhe des innerhalb des Zeitfensters Z fließenden Messtroms $I_{S,EMK}$ (Stromzipfel) und somit die Höhe der durch diesen innerhalb des Zeitfensters Z erzeugten Messspannung $U_{S,EMK}$ ist von der Drehgeschwindigkeit und dem durch eine Last verursachten Lastwinkel des Motors abhängig und repräsentiert somit auch die aufgenommene Wirkleistung.

15 Eine Laständerung führt dabei zu einer Phasenverschiebung der gegeninduzierten Spannung U_{EMK} und somit zu einer Änderung des von dieser in dem Spulenkreis getriebenen Stroms. Diese Änderung hat wiederum eine Änderung des innerhalb des Zeitfensters Z fließenden Messtroms $I_{S,EMK}$ (Stromzipfel) zur Folge, die durch Auswertung der Messspannung $U_{S,EMK}$ erfasst wird.

20 Somit kann durch einen Vergleich der Messspannungen $U_{S,EMK}$ in aufeinanderfolgenden Zeitfenstern Z eine Änderung der Last des Motors erkannt werden. Insbesondere ist es möglich, die beim Fahren gegen einen mechanischen Anschlag auftretende Laständerung zu erkennen und auf diese Weise eine Referenzposition festzulegen bzw. zu definieren.

Laständerungen werden vorzugsweise durch einen Vergleich der Messspannung $U_{S,EMK}$ innerhalb der Zeitfenster Z mit Schwellwerten erkannt, die in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Motors festgelegt werden.

30 So sind zum Beispiel gemäß den Figuren 2 bis 4 ein oberer und ein unterer Schwellwert U_{SO} , U_{SU} für die Messspannung $U_{S,EMK}$ so festgelegt, dass bei einer bestimmten Geschwindigkeit und relativ geringer Last des Motors die Messspannung $U_{S,EMK}$ größer ist, als der obere Schwellwert U_{SO} , während bei einer mechanischen 35 Lasterhöhung, die durch ein Fahren gegen einen mechanischen Anschlag verursacht wird, die Messspannung $U_{S,EMK}$ unter dem unteren Schwellwert U_{SU} liegt.

Figur 2 zeigt den Fall, bei dem innerhalb des Zeitfensters Z ein Messstrom $I_{S,EMK}$ durch die Spule fließt, durch den eine Messspannung $U_{S,EMK}$ erzeugt wird, die dem oberen Schwellwert U_{SO} entspricht.

5

Gemäß Figur 3 fließt ein Messstrom $I_{S,EMK}$ durch die Spule, durch den eine Messspannung $U_{S,EMK}$ abfällt, die dem unteren Schwellwert U_{SU} entspricht.

10 Gemäß Figur 4 ist die Last schließlich so groß, dass der Messstrom $I_{S,EMK}$ und damit auch der Spannungsabfall $U_{S,EMK}$ im wesentlichen Null ist.

15 Mit der Messschaltung gemäß Figur 1 wird somit die Messspannung $U_{S,EMK}$ innerhalb eines Zeitfensters Z mit den beiden Schwellwerten U_{SO} , U_{SU} verglichen, wobei die Messspannung an einem Eingang des Komparators K und jeweils ein Schwellwert an dem anderen Eingang des Komparators K anliegt. Die Schwellwerte U_{SO} , U_{SU} werden über das Interface I und die Steuerschaltung C dem Digital/Analogwandler DAC zugeführt.

20 Wenn die Messspannung $U_{S,EMK}$ kleiner ist, als der untere Schwellwert U_{SU} , so wird über die Steuereinheit C und das Interface I ein Signal erzeugt, mit dem das Erreichen einer Referenzposition an einem mechanischen Anschlag angezeigt wird.

25 Wenn die Messspannung $U_{S,EMK}$ zwischen den beiden Schwellwerten U_{SO} , U_{SU} liegt, so kann in entsprechender Weise ein Signal erzeugt werden, mit dem eine erhöhte Motorlast angezeigt wird.

Wenn schließlich die Messspannung $U_{S,EMK}$ größer ist, als der obere Schwellwert U_{SO} , so kann ein Signal erzeugt werden, mit dem angezeigt wird, dass der Motor mit relativ geringer Last läuft.

30

Für die Realisierung der Erfindung ist als Randbedingungen zu fordern, dass der Innenwiderstand R_L der betreffenden Spulen L in der Größenordnung des Messwiderstandes R_S liegt, damit die Messspannung $U_{S,EMK}$ bei der Lastmessung hinreichend groß, das heißt im Bereich der Messspannung U_S im Normalbetrieb liegt. Sofern ein umschaltbarer Messwiderstand R_S vorgesehen ist, kann die erfindungsgemäße Lösung auch bei hochohmigen Motoren angewendet werden. Wenn hingegen $R_L \gg$

R_S ist, so sollte die Messschaltung M eine ausreichend hohe Verstärkung aufweisen.

Besondere Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass die Messspannung $U_{S,EMK}$ unabhängig von der Versorgungsspannung U_M ist, da sie während eines Zeitfensters 5 erfasst wird, in dem die Versorgungsspannung (PWM) nicht anliegt. Die durch das Kurzschließen des Spulenkreises entstehende Stromschleife ist niederohmig, so dass die Messspannung $U_{S,EMK}$ relativ unempfindlich gegen Störungen ist. Außerdem bewirkt der Messwiderstand R_S bei kurzgeschlossenem Spulenkreis eine Strombegrenzung.

10

Aufgrund der Regelung des Spulenstroms I_L während der ersten Betriebsart (Normalbetrieb) werden für die Messung der Höhe des Messstroms $I_{S,EMK}$ (Stromzipfel) während der zweiten Betriebsart besonders gut reproduzierbare Verhältnisse geschaffen. Wenn hingegen der Schrittmotor an einer Spannungsquelle betrieben werden 15 würde, so wäre die Höhe des Stromzipfels von der Höhe der Versorgungsspannung abhängig, was entsprechend zu berücksichtigen wäre.

Figur 5 zeigt schließlich ein Prinzipschaltbild einer zweiten erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, in der gleiche bzw. einander entsprechende Komponenten 20 wie in Figur 1 mit den gleichen Bezeichnungen versehen sind.

Im Unterschied zur Ausführung gemäß Figur 1 kann hier die PWM-Versorgungsspannung U_M mittels eines ersten und eines zweiten Schalters S1, S2, die durch die Steuerschaltung C geschaltet werden, umgepolzt werden. Die zweite Betriebsart, 25 während der der durch die gegendurchsetzte Spannung U_{EMK} erzeugte Messstrom $I_{S,EMK}$ erfasst und gemäß obiger Erläuterung ausgewertet wird, wird in diesem Fall unmittelbar nach dem Umpolen der PWM-Versorgungsspannung, das heißt unmittelbar nach dem Umschalten der beiden Schalter S1, S2 aktiviert, wobei zuvor der Messstrom nicht weggeregelt werden darf (Slow-Decay-Betriebsart).

30

Weiterhin ist in dieser Ausführung angedeutet, dass die an den Komparator geführte Messspannung nicht zwangsläufig durch einen Spannungsabfall mittels eines Widerstandes R_S erzeugt werden muss. Vielmehr können auch Hall-Sensoren, Stromteiler in MOSFET-Schaltern oder andere Elemente, ggf. an anderen Stellen der Schaltungsanordnung, verwendet werden, mit denen ein zu dem Messstrom durch 35 die Spule L proportionales Signal erzeugt wird, das mit den entsprechenden

Schwellwerten verglichen werden kann.

Wie bereits erläutert wurde, kann mit den dargestellten Schaltungsanordnungen nicht nur ein mechanischer Anschlag, sondern auch eine Last und gegebenenfalls 5 ein plötzlich auftretendes Hindernis erkannt werden, so dass eine Überwachung des Fahrbetriebes des Motors möglich ist. Ebenso ist eine Lastwinkelmessung prinzipiell möglich.

10 Im Gegensatz zu zahlreichen bekannten Möglichkeiten zur Anschlagerkennung ist es hier nicht erforderlich, dass der Motor zurückspringt.

Durch den im Bereich des Nulldurchgangs der Versorgungsspannung bzw. des ein-geprägten Spulenstroms kurzgeschlossenen Spulenkreis werden auch eventuelle Resonanzschwingungen (vergleichbar mit dem Prinzip der Wirbelstrombremse) be-15 dämpft.

Die Phasenverschiebung sowie die Amplitudenabsenkung des periodischen Spulenstroms I_L reagieren sehr empfindlich auf eine Lastveränderung, gleichzeitig sind beide Größen jedoch sehr unempfindlich gegenüber anderen Störungen, die damit 20 nicht in Zusammenhang stehen, wie zum Beispiel die Einstrahlung elektrischer Energie. Dadurch ist eine sehr genaue Erfassung auch geringer Lastveränderungen möglich. Darüberhinaus glättet die Spule in dem Spulenkreis eventuelle elektrische Störungen, so dass deren Einfluss weiter vermindert wird.

25 Die Messbedingungen sind innerhalb der Zeitfenster Z sehr gut definiert und somit sehr gut reproduzierbar. Der innerhalb des Zeitfensters Z fließende Strom $I_{S,EMK}$ ist nur abhängig von der Drehgeschwindigkeit des Motors, dem Lastwinkel sowie von Motorkonstanten, jedoch nicht oder nur sehr geringfügig abhängig von Parametern, die driften oder aufgrund von Exemplarstreuungen variieren.

30 Abschließend sei darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung auch zur Anwendung mit anderen Synchronmotoren geeignet ist, sofern diese so dimensioniert sind, dass zumindest einer der Spulenkreise kurzgeschlossen werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben von Schrittmotoren,
mit einer ersten Betriebsart für einen normalen Motorbetrieb, in dem ein Wechselstrom (I_L) in mindestens eine der Spulen (L) des Schrittmotors eingeprägt wird, sowie einer zweiten Betriebsart zur Erfassung eines Betriebs- bzw. Lastzustandes des Motors anhand der Höhe eines in der kurzgeschlossenen Spule (L) fließenden Messstroms ($I_{S,EMK}$), der im wesentlichen durch eine durch einen Rotor des Motors in der Spule (L) gegeninduzierte Spannung (U_{EMK}) erzeugt wird, wobei die zweite Betriebsart für die Spule (L) innerhalb eines Zeitfensters (Z) der ersten Betriebsart aktiviert wird, wenn sich der in die betreffende Spule (L) eingeprägte Wechselstrom (I_L) an einen Nulldurchgang annähert.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem als Betriebszustand die mechanische Last des Motors erfasst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
bei dem das Zeitfenster (Z) für die zweite Betriebsart so in die erste Betriebsart eingebettet ist, dass es im wesentlichen symmetrisch zu einem Nulldurchgang des in der ersten Betriebsart in die betreffende Spule (L) eingeprägten Wechselstroms (I_L) liegt.
4. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem in der zweiten Betriebsart eine Referenzposition des Motors durch eine durch Fahren des Motors gegen einen mechanischen Anschlag verursachte mechanische Lastveränderungen ermittelt wird, indem die Höhe des Messstroms ($I_{S,EMK}$) mit mindestens einem vorbestimmten Schwellwert verglichen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,
bei dem die Höhe des in der kurzgeschlossenen Spule (L) fließenden Messstroms ($I_{S,EMK}$) über einen Spannungsabfall ($U_{S,EMK}$) an einem Messwiderstand (R_S) erfasst wird.
6. Schaltungsanordnung zum Betreiben von Schrittmotoren,
insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Einrichtung (S; M, R_S ; C) zur Erfassung eines Betriebs- bzw. Lastzustandes des Motors anhand der

Höhe eines in einer kurzgeschlossenen Spule (L) fließenden Messstroms ($I_{S,EMK}$), der im wesentlichen durch eine durch einen Rotor des Motors in der Spule (L) gegeninduzierte Spannung (U_{EMK}) erzeugt wird, wenn sich der in die betreffende Spule (L) eingeprägte Wechselstrom (I_L) an einen Nulldurchgang annähert.

5

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,

bei der die Einrichtung einen Schalter (S) zum Umschalten zwischen einer ersten Betriebsart für normalen Motorbetrieb, in dem ein Wechselstrom (I_L) in mindestens einer der Spulen (L) des Schrittmotors eingeprägt wird, sowie einer zweiten Betriebsart zur Erfassung eines Betriebszustandes des Motors aufweist, in der die Spule (L) kurzgeschlossen ist.

10

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,

15

bei der die Einrichtung einen Messwiderstand (R_S) in dem kurzgeschlossenen Spulenkreis sowie eine Messschaltung (M) aufweist, mit der eine in der zweiten Betriebsart über dem Messwiderstand (R_S) abfallende Messspannung ($U_{S,EMK}$) erfassst und zur Bestimmung eines Betriebszustandes des Motors mit mindestens einem vorbestimmten Schwellwert (U_{SO}, U_{SU}) verglichen wird.

20

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7 und 8,

bei der die Einrichtung eine Steuerschaltung (C) zum periodischen Umschalten des Schalters (S) in die zweite Betriebsart in Abhängigkeit von der Frequenz des in die Spule eingeprägten Wechselstroms (I_L) aufweist.

25

10. Schaltungsanordnung zum Betreiben von Schrittmotoren,

insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Einrichtung (S; M, R_S ; C) zur Erfassung eines Betriebs- bzw. Lastzustandes des Motors anhand der Höhe eines in einer kurzgeschlossenen Spule (L) fließenden Messstroms ($I_{S,EMK}$), der im wesentlichen durch eine durch einen Rotor des Motors in der Spule (L) gegeninduzierte Spannung (U_{EMK}) erzeugt wird, wenn eine den Spulenstrom treibende Versorgungsspannung umgepolt wird.

30

11. Computerprogramm mit Programmcodemitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wenn das Programm auf einem Mikrocomputer ausgeführt wird.

35

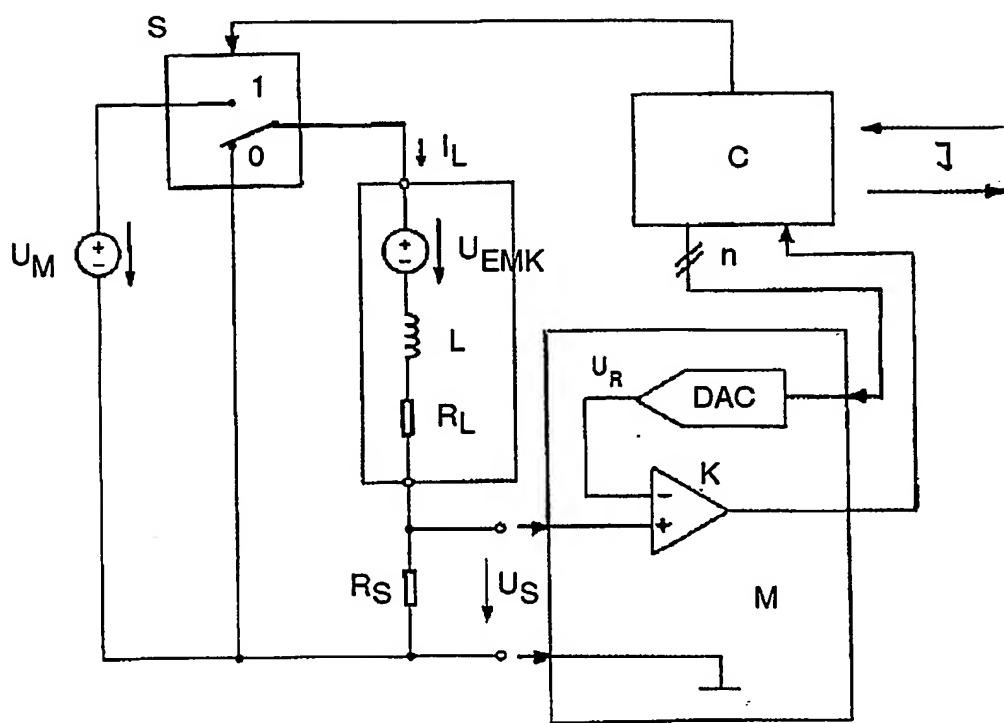


FIG. 1

2/3

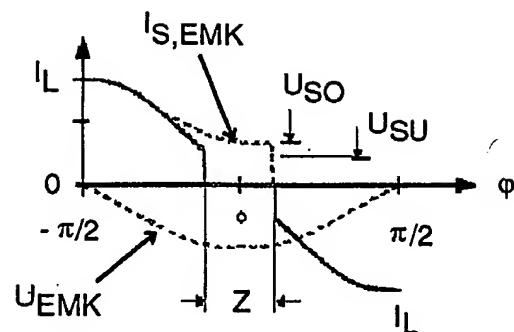


FIG. 2

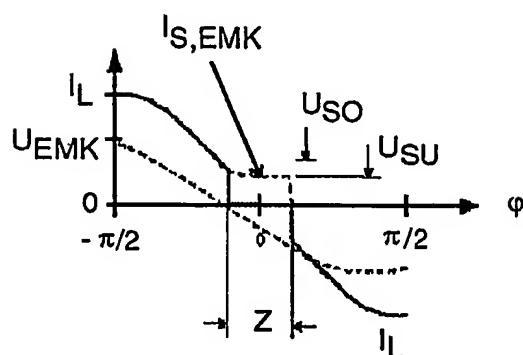


FIG. 3

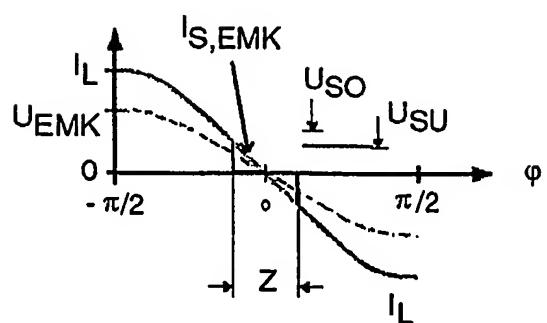


FIG. 4

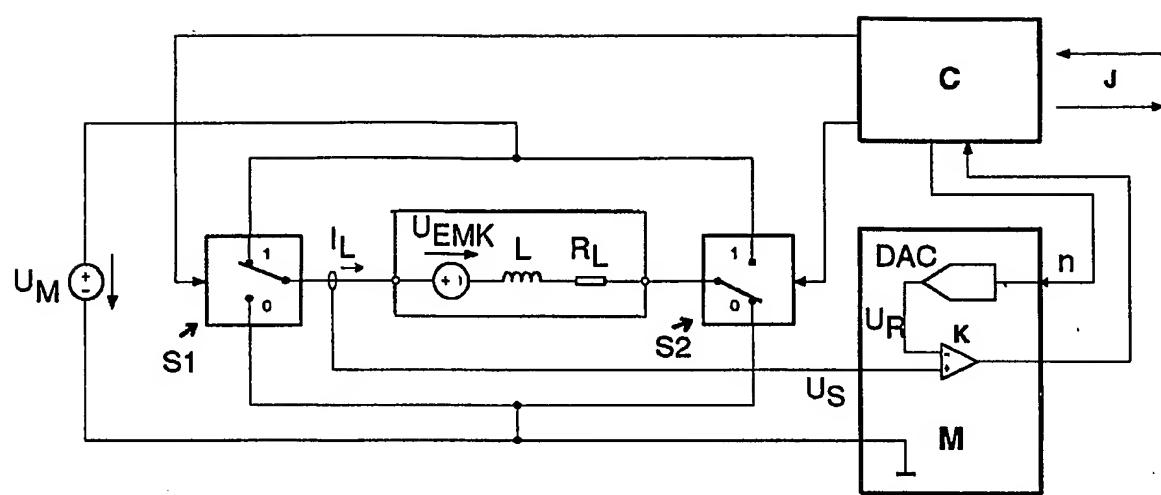


FIG. 5

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02P6/18 H02P8/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002/043953 A1 (KANEKO SATORU ET AL) 18 April 2002 (2002-04-18) abstract figures 3,6,7,13 paragraphs '0012!, '0016!, '0060!, '0062!, '0186!, '0200!, '0203! claims 1,2 ---	1,6
Y	US 4 484 124 A (RUXTON DAVID S ET AL) 20 November 1984 (1984-11-20) abstract column 1, line 24 - line 68 claim 1 ---	1,6 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 November 2003

Date of mailing of the international search report

13/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vanata, D

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 6 249 094 B1 (WEINMANN MARTIN ET AL) 19 June 2001 (2001-06-19)</p> <p>abstract</p> <p>figure 4</p> <p>column 10, line 46 -column 11, line 19</p> <p>-----</p>	1

Information on patent family members

International application no
PCT/EP 03/06019

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2002043953	A1	18-04-2002	JP US	2000175485 A 6281656 B1	23-06-2000 28-08-2001	
US 4484124	A	20-11-1984	AT CA DE EP HK IE JP	16226 T 1193649 A1 3267004 D1 0068802 A1 71886 A 53243 B1 58170400 A	15-11-1985 17-09-1985 28-11-1985 05-01-1983 03-10-1986 14-09-1988 06-10-1983	
US 6249094	B1	19-06-2001	DE EP	19846831 A1 0993108 A2	13-04-2000 12-04-2000	

A. KLASSEFIZIERTUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02P6/18 2P8/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBiete

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2002/043953 A1 (KANEKO SATORU ET AL) 18. April 2002 (2002-04-18) Zusammenfassung Abbildungen 3,6,7,13 Absätze '0012!, '0016!, '0060!, '0062!, '0186!, '0200!, '0203! Ansprüche 1,2 ---	1,6
Y	US 4 484 124 A (RUXTON DAVID S ET AL) 20. November 1984 (1984-11-20) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 24 - Zeile 68 Anspruch 1 ---	1,6 -/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
5. November 2003	13/11/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Vanata, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH SEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 249 094 B1 (WEINMANN MARTIN ET AL) 19. Juni 2001 (2001-06-19) Zusammenfassung Abbildung 4 Spalte 10, Zeile 46 - Spalte 11, Zeile 19	1

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002043953	A1	18-04-2002	JP US	2000175485 A 6281656 B1		23-06-2000 28-08-2001
US 4484124	A	20-11-1984	AT CA DE EP HK IE JP	16226 T 1193649 A1 3267004 D1 0068802 A1 71886 A 53243 B1 58170400 A		15-11-1985 17-09-1985 28-11-1985 05-01-1983 03-10-1986 14-09-1988 06-10-1983
US 6249094	B1	19-06-2001	DE EP	19846831 A1 0993108 A2		13-04-2000 12-04-2000